

Kullervo Kuusela

## Puuston kasvun ennustamisen karikoita

**P**uuston runkotilavuuden kasvun ennustaminen perustuu tapahtuneen kasvun mittauksille ja sitä selittäville metsän tunnuksille. Pysyvillä metsikkökoelaloilla saadut tulokset esitetään kasvutaulukoina tai -malleina. Suuralueiden metsävarainventoinnissa mitataan kasvua kertakoealoilla ja tuloksista saadaan eri tunnusten aikasarjoja ja kasvumalleja.

Kasvun ennusteen oletetaan toteutuvan määrittelyjen luotettavuusrajojen sisällä. Kun tutkitaan kasvua seurauksena vaihtoehtoisista metsänkäsittelyistä, tuloksia on kutsuttu skenaarioiksi. Niiden tekijät voivat käyttää mielikuvitustaan vapaasti valitessaan riippumattomia muuttujia, kuitenkin sillä rajoituksella, että on hyödytöntä laskea biologisesti mahdottomia vaihtoehtoja ja edesvastuutonta esittää sellaisia. Jokin skenaarioista voidaan esittää ennusteena.

Boniteetissa puun kasvupotentiaalin mittarina on kolme alakäsitetä, joiden sotkemisesta toisiinsa ja siitä aiheutuvista virheistä ei näytä tulevan loppua.

- *Maan boniteetti* muodostuu mm. puille käytettävissä olevien ravinteiden määristä ja suhteista, ns. elävän maan (*soil*) prosesseista, humuksen happamuudesta ja hajoamisen nopeudesta, sekä vesijärjestelmästä (*regime*), jonka osia ovat pintavesi ja sen liikkuvuus, pohjaveden korkeus ja kaltevuus, erityisesti kasvukauden aikana.

- *Kasvupaikan boniteetti* koostuu maan tunnusten lisäksi ilmastosta, jonka osia ovat vuoden ja kuukausien keskilämpötilat sekä niiden vaihtelu ja ääriarvot, sadanta ja haihdunta, kasvukauden pituus ja sen tehollisen lämpötilan summa.
- *Metsikön boniteetin* osia ovat maan ja kasvupaikan boniteetin lisäksi puulajirakenne ja puiden geneettinen laatu; puuston ikä, tiheys, yleistettynä, metsikön kasvatusmalli.

Perinteellisessä puuntuotannon suunnittelussa on oletettu, että kasvupaikan boniteetti on muuttumaton lukuunottamatta maan parannuksen kohteina olevia alueita. Kasvun ennustajan on unohdettava muuttumattomuuden illuusio.

Ensimmäinen tehtävä kasvua ennustettaessa on tarkistaa aikajakso, jolloin perusaineiston mittaukset on tehty, so. ennen muuta mittausten ajan ilmasto, ja miten se eroaa ennustejakson todennäköisestä ilmastosta.

Esimerkiksi 1940-luvun lopulla ja myöhemminkin käytettiin ns. luonnonnormaalien metsiköiden kasvutaulukoita ottamatta huomioon, että niiden metsiköt olivat kasvaneet kylmemmässä kuin 1930-luvun jälkeisessä ilmastossa, jossa niillä ennustettiin kasvua. Sama koskee pääosaksi myös 1940-luvun lopulla mitattujen ns. käsiteltyjen metsiköi-

den kasvutaulukoita. Seurauksena oli kasvun aliarvioimista.

Toinen ajan huomioon ottaminen koskee valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. Kunakin kenttätölkautena tehdyt kasvun mittaukset kattavat viisi vuotta taaksepäin. Jos maakunnittain etenevä inventointikierto on 10 v, niin kunkin ajankohdan tulosten yhdistelmään sisältyy kasvun mittauksia noin 15 edeltäneeltä vuodelta. Koko maan kasvun arvion osalta lyhyehköjen ilmaston vaihteluiden vaikutukset tasoituvat. Jos taas jollekin alueelle tehdyn viimeisen mittauksen tuloksia käytetään, on syytä tarkistaa, poikkeako ko. jakson ilmasto keskimääräisestä.

Inventoinnin ajankohdan ns. nykykasvun arvio on aina aikaisempien mittausten tuloksiin perustuva ennuste.

Mitä suuremmasta alueesta on kysymys, sitä luotettavamman perustan lähitulevaisuuden ennusteelle tarjoaa toistuneiden inventointien tulosten aikasarja, jossa perustunnusten tarkkuus on tarkistettu metsätaseilla. Taseen peruskaavaa on käytetty aikanaan keskieuropalaisissa metsänjärjestelyn kontrollimetodissa:

$$\text{kasvu} = \text{loppupuusto} + \text{poistuma} - \text{alkupuusto}$$

Koko maassa ja aikaisempien metsälautakuntien alueilla on 1950-luvun alusta lähtien laskettu metsätaseita, joiden aikasarjojen ekstrapolointi tulevaisuuteen on osoittautunut suhteellisen luotettaviksi ennusteiksi nykykasvulle ja lähimmälle 10-vuotiskaudelle. Aikasarjojen lisäksi laskelmissa tarvitaan hakkuumäärän ja poistuman ennusteet.

Vuotuisen kasvun prosentit ovat osa inventointien tulosten aikasarjoja. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksina niistä on käytettävissä määntyn, kuusen ja lehtipuun prosenttien tasotetut aikasarjat 1950-luvun alusta lähtien metsälautakuntien alueittain ja likimääräisesti kasvukauden tehoisan lämpösumman ja heinäkuun keskilämpötilan funktiona. Kun sarjoja käytetään lähiajan kasvun ennustamiseen, otetaan huomioon puuston puulajisuhteiden, ikärakenteen ja keskitilavuuden kehityksen vaikutus kasvuprosenttiin.

Ennen nykyisiä metsämalleja käytetyllä menetelmällä valmistettiin viimeisin päivate-ennuste vuodelle 1988 koko maalle ja metsälautakuntaryhmien

alueille (Inventointityöryhmän raportti, toukokuu 1989, Metsäteollisuus ry.). Koko maan tulos liitettynä inventoinnissa mitattujen kasvujen sarjaan on:

Mitattu		Päivitys	Mitattu	
1971–76	1977–84	1988	1986–94	1989–94
		milj. m <sup>3</sup>		
57,43	68,39	75,65	77,1	75,4

Mela-mallilla tehty päivitys 1.1.1990 on 79 milj. m<sup>3</sup>. Suhteessa mitatun kasvun aikasarjaan se on epätarkempi kuin päivitys vuonna 1988.

Tuottohakkuulaskelma ja sen jälkeisen kehitystyön tulos, tavoitehakkuulaskelma olivat menetelmiä kasvun ja maiden puuston tunnusten ennustamiseksi. Niiden keskeisiä lähtöaineistoja ovat kasvuprosentit ja kasvutaulukot, jälkimmäiset ennakkoitaessa nykyisten ja uusien taimikoiden kehittymistä. Koska tuolloin ei ollut käytettävissä ATK:ta, mallit olivat yksinkertaisia ja niiden laskelmat tehtiin pöytälaskukoneilla. Laskelmien kulku ja tulokset olivat koko ajan kokemukseen perustavan harkinnan tarkistettavissa, mikä on etu suhteessa monimutkaisempiin ATK-malleihin.

Tavoitehakkuulaskelmalla tehty kasvun ennusteet olivat merkittäviä aliarvioita. Se johtui siitä, että käytetyissä kasvun arvioissa oli mukana vain mittaussarjan aikana metsässä säilyneiden puiden kasvu ilman poistuneiden puiden kasvua. 1940-luvulla käytetyt kasvuprosentit perustuivat 10 vuoden sädekasvun ja 5 vuoden pituuskasvun mittauksiin ja 1950-luvun lopulta lähtien molemmissa 5 vuoden jaksoon. Edellinen menetelmä aliarvioi mittaussarjan kasvua yli 10 % ja jälkimmäinen 6–7 %. Aliarvio kumuloituu ennusteissa.

Puun tarpeen ja hakkuumäärän sekä poistuman noustessa kasvua suuremmiksi 1960-luvun alussa alettiin silloisilla metsämalleilla tehdä skenaarioita, joilla tutkittiin vaihtoehtoisilla panosohjelmilla aikaansaattavia kasvun ja samalla suurimman kestävän hakkuumäärän lisäyksiä. Myöhemmät kasvun mittausten tulokset ovat osoittaneet, että tämän ns. Mera-ohjelman kasvun ennusteet, joissa panokset olivat likimain tapahtuneen suuruksia, olivat aliarvioita.

Nykyisen tiedon valossa pääsyy aliarviointiin oli, että uudet taimikot, erityisesti viljelytaimikot, kasvoivat nopeammin kuin skenaarioissa. Ilmaston

lämpeneminen 1930-luvulla ja sen kasvua lisäävä vaikutus olisi pitänyt ottaa huomioon Mera-skenaarioita tehtäessä.

Toinen kasvua ilmeisesti lisännyt tekijä on ollut jätelaskeumien tyyppi, jota ei myöskään otettu huomioon. Tiedot sen huomioon ottamiseksi olivat niukat, ja sitä paitsi silloin ja myöhemminkin tutkimusyhteisön vallitseva mielipide piti kaikkia päästöjä puun kasvua pienentävinä.

Nykyiset metsämallit ja ATK ovat erinomaisia ja väsymättömiä kasvun ennustajien renkejä. Tuloksesta voi päätellä, että renki on päästetty kevytmieliseksi isännäksi.

Valtakunnan metsien inventoinnissa mitattu koko maan metsien vuotuinen bruttokasvu on noin 76 milj. m<sup>3</sup> vuonna 1990. Edellä todettu Mela-mallilla tehty saman ajankohdan päivitys on 79 milj. m<sup>3</sup>. Euroopan Puukomitealle lähetetyssä Suomen perusskenaariossa Suomen tuotantometsän nettokasvun arvio vuonna 1990 on 81,6 milj. m<sup>3</sup>, joka kaikkien metsien bruttokasvuksi muunnettuna on noin 85 milj. m<sup>3</sup>. Edelleen skenaarion mukaan nettokasvu olisi 122,1 milj. m<sup>3</sup> vuonna 2040. Tuotantometsän nettokasvu hehtaaria kohti vuosina 1990 ja 2040 on Suomen skenaariossa 4,2 ja 6,3 m<sup>3</sup>/ha ja vastaa-

vat luvut Ruotsin skenaariossa 4,1 ja 4,3 m<sup>3</sup>/ha. On mahdoton välttää päätelmää, että Suomen skenario on biologinen mahdottomuus. Se edellyttää lisäksi, että hakkuumäärä säilyy saman suuruisena vuoteen 2040 asti kuin mikä se oli vuonna 1990. Jos näin tapahtuu, seurauksena on kansantalouden katastrofi, koska metsäteollisuuden nykyistä kapasiteettia jouduttaisiin purkamaan kohtalokkaan paljon.

Suomessa maa- ja metsätalous- sekä ympäristöministeriön metsäohjelmissa on käytetty vuonna 1990 skenaarion nykykasvua perusteltaessa puuntuotantometsän jatkuvaa ottamista suojelualueiksi. Koska bruttokasvu on niin ja niin suuri, suojelualueiden lisääminen ei vaaranna yhteiskunnan puuhuoltoa. Todellisuudessa, valtakunnan metsien inventoinnissa mitatun kasvun perusteella ja ekoleikiksi kehitetyn ”uuden metsänhoidon” seurauksena yhteiskunnan puuntarpeen kestävyyttä on vaarannettu enemmän kuin ehkä koskaan aikaisemmin metsätalouden historian aikana.

■ Kirjoittaja toimii erikoistutkijana Euroopan Metsäinstitiutissa.